

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-307212

(P2003-307212A)

(43)公開日 平成15年10月31日 (2003.10.31)

(51)Int.Cl?

F 16 C 17/02  
17/04  
17/08  
33/10  
33/12

識別記号

F I

F 16 C 17/02  
17/04  
17/08  
33/10  
33/12

テマコト<sup>®</sup>(参考)

△ 3 J 0 1 1  
△  
△  
Z  
B

審査請求 未請求 請求項の数10 O.L. (全 14 頁)

(21)出願番号

特願2002-281599(P2002-281599)

(22)出願日

平成14年9月26日(2002.9.26)

(31)優先権主張番号

特願2001-347725(P2001-347725)

(32)優先日

平成13年11月13日(2001.11.13)

(33)優先権主張国

日本 (JP)

(31)優先権主張番号

特願2002-35790(P2002-35790)

(32)優先日

平成14年2月13日(2002.2.13)

(33)優先権主張国

日本 (JP)

(71)出願人 000102692

NTN株式会社

大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号

(72)発明者 栗村 哲弥

三重県桑名市大字東方字尾弓田3066 エヌ

ティエヌ株式会社内

(72)発明者 山本 康裕

三重県桑名市大字東方字尾弓田3066 エヌ

ティエヌ株式会社内

(74)代理人 100064584

弁理士 江原 省吾 (外5名)

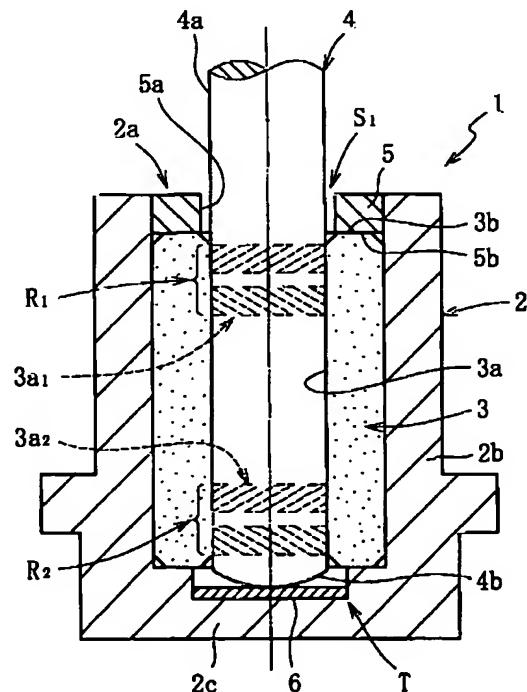
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 流体軸受装置

(57)【要約】

【課題】 潤滑油漏れの防止。

【解決手段】 シール部材5で密封されたハウジング2の内部空間は、軸受部材3の内部気孔(多孔質組織の気孔)を含め、空気を介在させることなく潤滑油で充満され、その潤滑油の油面はシール空間S1内にある。100Torrでの減圧下において、流体軸受装置1を正置姿勢、倒立姿勢、横向き姿勢、傾斜姿勢など、任意の姿勢にした場合でも、潤滑油はハウジング2の外部に漏れない。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 一端側に開口部、他端側に底部を有するハウジングと、前記ハウジングに収容される軸部材および軸受部材と、前記軸受部材の内周面と前記軸部材の外周面との間に設けられ、ラジアル軸受隙間に生じる潤滑油の油膜で前記軸部材をラジアル方向に非接触支持するラジアル軸受部と、前記ハウジングの開口部に配置されたシール部材とを備えた流体軸受装置において、減圧環境下における前記ハウジングの内部空間に残存する空気の膨張・収縮によっても、潤滑油が外部に漏れ出さないレベルに、前記ハウジングの内部空間が潤滑油で充満されていることを特徴とする流体軸受装置。

【請求項2】 前記減圧環境下の気圧が大気圧から100 Torrであることを特徴とする請求項1記載の流体軸受装置。

【請求項3】 一端側に開口部、他端側に底部を有するハウジングと、前記ハウジングに収容される軸部材および軸受部材と、前記軸受部材の内周面と前記軸部材の外周面との間に設けられ、ラジアル軸受隙間に生じる潤滑油の油膜で前記軸部材をラジアル方向に非接触支持するラジアル軸受部と、前記ハウジングの底部に設けられ、前記軸部材の他端側の端面をスラスト方向に支持するスラスト軸受部と、前記ハウジングの開口部に配置されたシール部材とを備えた流体軸受装置において、前記シール部材と接触して、前記軸部材の前記ハウジングに対する一端側への軸方向相対移動を規制する突出部を前記軸部材に設けたことを特徴とする流体軸受装置。

【請求項4】 前記ハウジングの内部空間が潤滑油で充満され、かつ、大気圧から100 Torrの減圧環境下における前記ハウジングの内部空間に残存する空気の膨張・収縮によっても、前記ハウジングの内部から潤滑油の漏れないことを特徴とする請求項3記載の流体軸受装置。

【請求項5】 前記突出部と前記シール部材との間に0.05mm～0.5mmの軸方向隙間を設けたことを特徴とする請求項3又は4記載の流体軸受装置。

【請求項6】 前記ラジアル軸受部が、前記ラジアル軸受隙間内の潤滑油に動圧を発生させる動圧発生手段を備えていることを特徴とする請求項1から5の何れかに記載の流体軸受装置。

【請求項7】 前記シール部材の内周面とこれに対向する前記軸部材の外周面との間に、一端側に向かって漸次拡大するテバ形状のシール空間を有することを特徴とする請求項1から6の何れかに記載の流体軸受装置。

【請求項8】 一端側に開口部、他端側に底部を有するハウジングと、前記ハウジングに収容される軸部材および軸受部材と、前記軸受部材の内周面と前記軸部材の外周面との間に設けられ、ラジアル軸受隙間に生じる潤滑油の油膜で前記軸部材をラジアル方向に非接触支持するラジアル軸受部と、軸部材の軸端部をスラスト方向に接

触支持するスラスト軸受部と、前記ハウジングの開口部に配置され、軸部材の外周との間でシール空間を形成するシール部材とを備えた流体軸受装置において、スラスト軸受部とシール空間とを連通させる連通溝を設けたことを特徴とする流体軸受装置。

【請求項9】 前記連通溝が、ハウジングの底部側で軸受部材の一方の端面とこれに対向するハウジングの面との間に形成された第一半径方向溝と、ハウジングの開口部側で軸受部材の他方の端面とこれに対向するシール部材の面との間に形成された第二半径方向溝と、軸受部材の外周面とハウジングの内周面との間に形成された軸方向溝とを有する請求項8記載の流体軸受装置。

【請求項10】 請求項1から9の何れかに記載の流体軸受装置を備えたモータ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ラジアル軸受隙間に生じる潤滑油の油膜によって回転部材を非接触支持する流体軸受装置に関する。この軸受装置は、情報機器、例えばHDD、FDD等の磁気ディスク装置、CD-ROM、CD-R/RW、DVD-ROM/RAM等の光ディスク装置、MD、MO等の光磁気ディスク装置などのスピンドルモータ、複写機、レーザビームプリンタ（LBP）、バーコードリーダー等のスキャナモータ、あるいは電気機器、例えば軸流ファンなどの小型モータ用として好適である。

## 【0002】

【従来の技術】上記各種モータには、高回転精度の他、高速化、低コスト化、低騒音化などが求められている。これらの要求性能を決定づける構成要素の一つに当該モータのスピンドルを支持する軸受があり、近年では、上記要求性能に優れた特性を有する流体軸受の使用が検討され、あるいは実際に使用されている。この種の流体軸受は、軸受隙間内の潤滑油に動圧を発生させる動圧発生手段を備えたいわゆる流体動圧軸受と、動圧発生手段を備えていないいわゆる流体真円軸受（軸受面が真円形状である軸受）とに大別される。

【0003】図7は、流体動圧軸受装置11を組み込んだ情報機器用スピンドルモータの一構成例を示している。このスピンドルモータは、DVD-ROM等のディスク駆動装置に用いられるもので、軸部材12を回転自在に支持する流体軸受装置11と、軸部材12に装着され、駆動対象である例えば光ディスク13を支持する持部材14（図示例ではターンテーブル）と、半径方向のギャップを介して対向するモータステータ15およびモータロータ16とを備えている。

【0004】流体軸受装置11は、一端側に開口部、他端側に底部を有するハウジング21と、ハウジング21の内周面に固定された円筒状の軸受部材22と、軸受部材22の内周面に挿通された軸部材12と、ハウジング

21の底部に設けられたスラストプレート23と、ハウジング21の開口部に装着されたシール部材24とを主要な部材として構成される。軸受部材22の内周面または軸部材12の外周面には動圧発生用の溝（動圧溝）が設けられる。また、ハウジング21の内部空間には潤滑油が注油される。

【0005】ステータ15は流体軸受装置11のハウジング21の外周に取付けられ、ロータ16は支持部材14に取付けられる。ステータ15に通電すると、ステータ15とロータ16との間の励磁力でロータ16が回転し、それによって、支持部材14および軸部材12が一体となって回転する。

【0006】軸部材12の回転により、軸受部材22の内周面と軸部材12の外周面との間のラジアル軸受隙間に動圧溝による潤滑油の動圧作用が生じて、軸部材12の外周面がラジアル方向に非接触支持される。また、軸部材12の他端側（図7で下側）の端面がスラストプレート23によってスラスト方向に支持される。

【0007】

【特許文献1】特開平11-191943号公報

【0008】

【発明が解決しようとする課題】ハウジング21の内部空間への潤滑油の注油は、通常、スピンドルモータの組立時に軸部材12を装着していない状態で行い、注油後に軸部材12を装着している。そのため、ハウジング21の内部空間に空気が混入することが避けられず、周囲温度の変化やモータの発熱、あるいは高地での使用や空輸時等における気圧の変化に伴うハウジング内部空間の空気の熱膨張・収縮等によって、潤滑油がシール部材24の内周面と軸部材12の外周面との間のシール空間から押し出されて外部に漏れる可能性がある。特に、モータ姿勢が倒立姿勢（ハウジング21の開口部の側を下向きした姿勢）や横向き姿勢（ハウジング21の開口部の側を水平方向に向けた姿勢）で使用した場合、潤滑油が流動して開口部の側に溜まり易いため、潤滑油の漏れが起こり易い。

【0009】上記の事情から、従来の流体軸受装置11を組み込んだモータは、倒立姿勢や横向き姿勢等での使用に不安があり、使用姿勢に制約があった。

【0010】また、上記構成の流体軸受装置11において、スラスト軸受部は、軸部材12の他端側の端面をスラストプレート23で支持するものであり、軸部材12はステータ15とロータ16との間の磁力によってスラストプレート23に押し付けられることで、一端側（図7で上側）への軸方向移動が規制されている。しかしながら、上記の磁力を上回るような衝撃荷重等がモータに加わった場合や、モータを倒立姿勢や横向き姿勢で使用した場合、軸部材12がハウジング21に対して一端側に軸方向移動して、ハウジング21から抜けてしまう可能性がある。

【0011】本発明の課題は、高温・低温環境、高地での使用や空輸時の減圧環境下において、ハウジングの内部空間に残存する空気の膨張・収縮によって潤滑油が外部に漏れ出さことがなく、任意の姿勢での安定した運転、運搬が可能な流体軸受装置、及びこれを組み込んだモータを提供することにある。

【0012】本発明の他の課題は、軸部材のハウジングに対する一端側への軸方向相対移動を規制して、軸部材のハウジングからの抜けを防止することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明は、一端側に開口部、他端側に底部を有するハウジングと、ハウジングに収容される軸部材および軸受部材と、軸受部材の内周面と軸部材の外周面との間に設けられ、ラジアル軸受隙間に生じる潤滑油の油膜で軸部材をラジアル方向に非接触支持するラジアル軸受部と、ハウジングの開口部に配置されたシール部材とを備えた流体軸受装置において、減圧環境下におけるハウジングの内部空間に残存する空気の膨張・収縮によっても、潤滑油が外部に漏れ出さないレベルに、ハウジングの内部空間が潤滑油で充満されている構成を提供する。ここで、減圧環境下の気圧は、例えば大気圧から100 Torrである。

【0014】上記構成の流体軸受装置は、例えば、ハウジングの内部空間を真空状態にした後、大気圧に開放して、ハウジングの内部空間を潤滑油で置換することによって得ることができる（真空含浸）。具体的には、流体軸受装置を未注油の状態（例えば図1～図4に示す形態）で組立てた後、流体軸受装置の全体又は一部（少なくとも流体軸受装置における外部との開口部分）を真空槽内で潤滑油中に浸漬し、その状態でハウジングの内部空間の空気を真空引きした後、大気圧に開放して、ハウジングの内部空間に潤滑油を充満させることにより得ることができる。

【0015】ただし、真空槽内の真空度によっては、大気圧開放後にハウジング内部に僅ながら空気が残存することになる。残存空気が多ければ、周囲温度の変化に伴う残存空気の膨張・収縮によって、潤滑油がハウジング外部へ押し出されて、潤滑油漏れを起こす可能性がある。特に、モータを倒立姿勢や横向き姿勢で使用した場合は、ハウジング内部空間で潤滑油が流動して開口部の側に溜まり易いため、上記の潤滑油漏れが起こり易い。たとえ残存空気が僅かでも、高地での使用や空輸による減圧環境下において、残存空気が膨張し、潤滑油をハウジング外部へ押し出して、潤滑油漏れを起こす可能性がある。

【0016】空気の熱膨張の要因としては、温度と気圧が挙げられるが、使用環境として想定される温度と気圧の範囲で空気の膨張収縮量を計算すると、気圧の影響の方が大きいことがわかる。

【0017】本発明の流体軸受装置が組み込まれる小型スピンドルモータの使用・保管環境は、一般に以下のようなものであることが多い。

温度：使用温度0～60°C 保管温度-40～90°C

気圧：輸送時 大気圧～0.3atm (高度約1000m)

気体の状態方程式から膨張割合を計算すると、

$PV = nRT$

P：圧力

V：体積

n, R：気体によって定まる定数

T：絶対温度

であるから、

①圧力一定で温度が-40～90°Cに変化した場合、

$V_{90}/V_{-40} = 363/233 = 1.56$ 倍

②温度一定で圧力を大気圧から0.3atmに変化させた場合、

$V_{90}/V_{-40} = 1/0.3 = 3.33$ 倍

となり、空気の膨張による潤滑油漏れを抑制するためには、上記規格の範囲での環境下で、より影響が大きい気圧の変化を考慮し、潤滑油の漏れがないような構造にするのが望ましい。

【0018】例えば、空輸における高度を10000mと仮定すると、その場合の気圧は約230Tor (0.3atm) であることから、230Torの減圧環境下で潤滑油漏れがないように潤滑油を注油する必要がある。軸受装置の製造時の検査では、余裕をみて100Torにて潤滑油漏れがないことを確認することが望ましい。

【0019】以上より、本発明の流体軸受装置及びこれを備えたモータは、高温・低温環境、高地での使用や空輸時等の減圧環境下において、ハウジング内部空間に残存する空気の膨張・収縮によっても潤滑油が外部に漏れ出しがなく、モータの姿勢にかかわらず、安定した運転、運搬が可能である。

【0020】上記のようにしてハウジングの内部空間を潤滑油によって満たした流体軸受装置は、先端に栓をした注射器のような構造であるため、運搬中の振動などによって軸部材が軸方向へ移動すること、さらには軸部材がハウジングから抜けることをある程度抑制する効果もある。

【0021】また、本発明は、上記課題を解決するため、一端側に開口部、他端側に底部を有するハウジングと、ハウジングに収容される軸部材および軸受部材と、軸受部材の内周面と軸部材の外周面との間に設けられ、ラジアル軸受隙間に生じる潤滑油の油膜で軸部材をラジアル方向に非接触支持するラジアル軸受部と、ハウジングの底部に設けられ、軸部材の他端側の端面をスラスト方向に支持するスラスト軸受部と、ハウジングの開口部

に配置されたシール部材とを備えた流体軸受装置において、シール部材と接触して、軸部材のハウジングに対する一端側への軸方向相対移動を規制する突出部を軸部材に設けた構成を提供する。

【0022】ここで、「突出部」は、軸部材に一体に設けることにより、あるいは、軸部材とは別体の部材を軸部材に固定することにより構成することができる。また、「突出部」の形状は特に限定されず、環状、部分環状、点状又はピン状など、任意の形状を採用することができる。軸部材が外力や重力を受けて、ハウジングに対して一端側に軸方向相対移動すると、突出部がシール部材と接触して、軸部材のそれ以上の軸方向相対移動を規制する。これにより、軸部材がハウジング内に保持され、ハウジングに対する抜けが防止される。

【0023】上記構成に加え、ハウジングの内部空間が潤滑油で充満され、かつ、大気圧から100Torの減圧環境下におけるハウジングの内部空間に残存する空気の膨張・収縮によっても、ハウジングの内部から潤滑油の漏れがない構成とすることができる。

【0024】上記構成において、突出部とシール部材との間に0.05mm～0.5mmの軸方向隙間を設けることができる。この軸方向隙間の値は、軸部材の他端側の端面がスラスト軸受部に接触している時の値である。

【0025】定常運転時（軸部材の他端側の端面がスラスト軸受部に接触支持された状態で回転している時）における突出部とシール部材との接触を回避するため、両者の間には一定の軸方向隙間を設ける必要がある。この軸方向隙間は、各部品の寸法公差や組立誤差などを考量すると、0.05mm以上必要である。

【0026】一方、上記軸方向隙間の存在により、運転中あるいは運搬中に軸受装置に振動や衝撃荷重等が繰り返し加わると、軸部材は上記軸方向隙間の範囲内でハウジングに対して軸方向に相対移動可能となる。そのため、上記軸方向隙間が過大であると、軸部材の軸方向相対移動によって、外部の空気がシール空間（シール部材の内周面と軸部材の外周面との間の空間）を通過してハウジング内部に流入したり、あるいは、ハウジング内部の潤滑油が上記シール空間から押し出されて外部に漏れる可能性がある。また、上記軸方向隙間の値が大きくなるほど、ハウジングの内部空間に充満される潤滑油量が多くなり、熱膨張・収縮による潤滑油の体積変化量が大きくなるので、その体積変化量を吸収して潤滑油が外部に漏れないようにするために、上記シール空間の容積を大きくする必要が生じる。しかしながら、シール部材の軸方向寸法を大きくすることはスペース上の制約から困難な場合が多く、またシール部材の内径寸法を大きくすることはシール機能の低下（毛細管力の低下）につながる可能性があるので、好ましくない。

【0027】後述する試験の結果、上記軸方向隙間が0.5mm以下であれば、ハウジング内部から外部への

潤滑油漏れを防止できることが確認されており、上記軸方向隙間の適正な範囲は0.05mm～0.5mm、好ましくは0.05mm～0.3mmである。

【0028】以上の構成において、シール部材の内周面とこれに対向する軸部材の外周面との間に、一端側に向かって漸次拡大するテーパ形状のシール空間を設けることができる。シール空間を上記テーパ形状とすることにより、シール空間内の潤滑油はシール空間が狭くなる方向（ハウジングの内部方向）に向けて毛細管力によって引き込まれる。そのため、ハウジング内部から外部への潤滑油漏れが防止される。

【0029】上記テーパ形状のシール空間は、シール部材の内周面および軸部材の外周面のうち少なくとも一方にテーパ面を設けることによって構成することができる。軸部材の外周面にテーパ面を設けた構成では、軸部材の回転時、シール空間内の潤滑油が遠心力を受け、軸部材のテーパ面に沿ってシール空間が狭くなる方向（ハウジングの内部方向）に向けて引き込まれる。従って、上記の毛細管力による引き込み作用に加え、遠心力による引き込み作用もあるので、潤滑油漏れの防止効果が一層高くなる。

【0030】ハウジングの底部に設けたスラスト軸受部で軸部材の軸端部をスラスト方向に接触支持する構成の流体軸受装置では、スラスト軸受部周辺の空間において潤滑油の圧力が高まり、シール部材の内周面と軸部材の外周面との間のシール空間における潤滑油と圧力差が生じる場合がある。この圧力差は、ラジアル軸受部で動圧溝の幅を軸方向で非対称に形成した場合の他、設計上は対称にしてあっても加工誤差（軸部材や軸受部材内周面のテーパ形状、動圧溝幅の寸法精度等）が大きい場合等にも同様に生じ得る。

【0031】このような圧力差が生じると、ハウジングの内部空間内の潤滑油に局部的な負圧が生じ、潤滑油中の気泡の生成、これに起因する潤滑油の漏れや振動の発生等の原因になることがある。また、スラスト軸受部周辺の潤滑油の圧力が高まることにより、軸部材の浮き上がりを生じたり、逆にスラスト軸受部側の圧力が低くなつて軸部材がスラストプレート等の受け部材に押し付けられ、受け部材の異常摩耗を招く場合もある。

【0032】このような問題は、スラスト軸受部とシール空間とを連通させる連通溝を設けることにより、解消することができる。すなわち、スラスト軸受部周辺の空間とシール空間との間で潤滑油の圧力差が生じた場合、連通溝を通じて両空間の間に潤滑油の流動が生じ、これにより両空間の油圧が等圧に保たれる。

【0033】上記の連通溝は、例えば、ハウジングの底部側で軸受部材の一方の端面とこれに対向するハウジングの面との間に形成された第一半径方向溝と、ハウジングの開口部側で軸受部材の他方の端面とこれに対向するシール部材の面との間に形成された第二半径方向溝と、

軸受部材の外周面とハウジングの内周面との間に形成された軸方向溝とを有するもので構成することができる。

【0034】本発明の「流体軸受装置」には、軸受隙間内の潤滑油に動圧を発生させる動圧発生手段を備えたいわゆる流体動圧軸受装置と、動圧発生手段を備えていないわゆる流体真円軸受装置（軸受面が真円形状である軸受装置）とが含まれるが、より軸支持機能に優れた流体動圧軸受装置とするのが好ましい。流体動圧軸受装置とする場合、上記の「動圧発生手段」として、ラジアル軸受隙間を介して相対向する軸受部材の内周面および軸部材の外周面のうち一方の周面に動圧溝を設けた構成、上記一方の周面を非円形、例えば2円弧、3円弧、4円弧等の複数の円弧で描いた構成とすることができる（ラジアル軸受面を複数の円弧で描いた軸受は「円弧軸受」とも呼ばれる。）。前者の場合、動圧溝の形状として、ヘリングボーン形状、スパイラル形状、複数の軸方向溝形状（ラジアル軸受面に複数の軸方向溝を設けた軸受は「ステップ軸受」とも呼ばれる。）など、種々の公知の動圧溝形状を採用することができる。さらに、スラスト軸受隙間を介して相対向する面の一方にヘリングボーン形状やスパイラル形状等の動圧溝を形成してスラスト動圧軸受部を構成しても良い。また、軸受部材の材質として、多孔質の焼結金属の他、銅合金、ステンレス鋼、真ちゅう、アルミ合金等を用いることができる。

【0035】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について説明する。

【0036】図1は、第1の実施形態に係る流体動圧軸受装置1を示している。この流体軸受装置1は、例えば図7に示すような情報機器用スピンドルモータに組み込まれるもので、一端側（図1で上側）に開口部2a、他端側（図1で下側）に底部2cを有する有底円筒状のハウジング2と、ハウジング2の内周面に固定された円筒状の軸受部材3と、軸部材4と、ハウジング2の開口部2aに固定されたシール部材5とを主要な部材として構成される。後述するように、軸受部材3の内周面3aと軸部材4の外周面4aとの間に第1ラジアル軸受部R1と第2動圧軸受部R2とが軸方向に離隔して設けられる。また、ハウジング2の底部2cと軸部材4の下側面4bとの間にスラスト軸受部Tが設けられる。

【0037】ハウジング2は、例えば真ちゅう等の軟質金属材で形成され、円筒状の側部2bと底部2cとを備えている。底部2cの内底面の、スラスト軸受面となる領域には、例えば樹脂製のスラストプレート6が配置されている。この実施形態において、ハウジング2は、側部2bと底部2cとが一体構造になっているが、側部2bと底部2cとを別体構造とし、底部2cとなる金属製の蓋状部材を側部2bの他端側開口部に加締め、接着等の手段で固定・封止しても良い。この場合、スラストプレート6は上記蓋状部材の上面に配置する。

【0038】軸部材4は、例えば、ステンレス鋼(SUS420J2)等の金属材で形成され、その下側端面4bは凸球状に形成される。

【0039】軸受部材3は、例えば焼結金属からなる多孔質体、特に銅を主成分とする焼結金属の多孔質体で形成される。また、軸受部材3の内周面3aには、ラジアル軸受面(第1ラジアル軸受部R1と第2ラジアル軸受部R2のラジアル軸受面)となる上下2つの領域が軸方向に離隔して設けられている。これら領域には、それぞれ動圧溝、例えばヘリングボーン形状の動圧溝3a1、3a2が形成される。

【0040】軸部材4の外周面4aは軸受部材3の内周面3aに挿入され、軸受部材3の内周面3aのラジアル軸受面となる領域(上下2箇所の領域)と、それぞれ、ラジアル軸受隙間を介して対向する。また、軸部材4の下側端面4bはスラストプレート6の上面と接触する。

【0041】シール部材5は環状のもので、ハウジング2の開口部2aの内周面に圧入、接着等の手段で固定される。この実施形態において、シール部材5の内周面5aは円筒状に形成され、シール部材5の下側端面5bは軸受部材3の上側端面3bと接触する。

【0042】シール部材5の内周面5aは軸部材4の外周面4aと所定の隙間を介して対向し、これにより、両者の間に円筒形状のシール空間S1が形成される。シール部材5で密封されたハウジング2の内部空間は、軸受部材3の内部気孔(多孔質組織の気孔)を含め、空気を介在せることなく潤滑油で充満され、その潤滑油の油面はシール空間S1内にある。シール空間S1の容積は、ハウジング2の内部空間に充満された潤滑油の、使用温度範囲内の温度変化に伴う容積変化量よりも大きくなるように設定される。これにより、温度変化に伴う潤滑油の容積変化があった場合でも、潤滑油の油面を、常に、シール空間S1内に維持することができる。

【0043】ハウジング2の内部空間へは、例えば次のような態様で潤滑油を注油する。まず、各部品(ハウジング2、軸受部材3、軸部材4、スラストプレート6、シール部材5)を組み付けて、未注油の流体軸受装置1を組み立て、この未注油の流体軸受装置1を真空槽内で潤滑油中に浸漬する。ハウジング2の内部空間の空気は真空槽内の真空圧で引かれて排出され、該内部空間に空気が介在しない状態となる。その後、大気圧に開放すると、ハウジング2の内部空間が潤滑油で充満される。潤滑油の注油が終わると、流体軸受装置1を真空槽から取出して、流体軸受装置1の動作上限温度まで加温する。この加温に伴い、ハウジング2の内部空間に充満された潤滑油が熱膨張して、余分な潤滑油がシール空間S1から外部に排出される。これにより、流体軸受装置1が動作上限温度で運転された場合でも、潤滑油の油面はシール空間S1内に維持される。その後、加温を止めると、温度低下に伴い潤滑油の油面は低下して、シール空間S

1内の適正レベルに落ち着く。

【0044】上記の注油工程において、真空槽内の真空度によっては、ハウジング2の内部空間に僅かながら空気が残存する場合もあるが、その空気量が所定のレベル、すなわち、流体軸受装置1及びこれを組み込んだモータの使用・運搬環境として想定される環境条件において、ハウジング2の内部空間に残存した空気の膨張によって潤滑油がシール空間S1から押し出されてハウジング2の外部に漏れないようなレベルに規制されれば良い。この実施形態では、100 Torrでの減圧下において、流体軸受装置1を正置姿勢(ハウジング2の開口部2aの側を上向きした姿勢)、倒立姿勢(ハウジング2の開口部2aの側を下向きした姿勢)、横向き姿勢(ハウジング2の開口部2aの側を水平方向に向けた姿勢)、傾斜姿勢(ハウジング2の開口部2aの側を傾斜方向に向けた姿勢)にした場合でも、潤滑油がハウジング2の外部に漏れないようにしている。

【0045】上記構成の流体軸受装置1において、軸部材4が回転すると、上記ラジアル軸受隙間に潤滑油の動圧が発生し、軸部材4の外周面4aが上記ラジアル軸受隙間に形成される潤滑油の油膜によってラジアル方向に回転自在に非接触支持される。これにより、軸部材4をラジアル方向に回転自在に非接触支持する第1ラジアル軸受部R1と第2ラジアル軸受部R2とが構成される。同時に、軸部材4の下側端面4bがスラストプレート6によって接觸支持され、これにより、軸部材4をスラスト方向に回転自在に支持するスラスト軸受部Tが構成される。

【0046】この実施形態の流体軸受装置1は、周囲温度の変化やモータの発熱、あるいは高地での使用や空輸時等の減圧環境下における、ハウジング内部空間の残存空気の膨張・収縮によっても、モータの姿勢にかかわらず、ハウジング2の内部から外部への潤滑油漏れがなく、安定した運転、運搬が可能である。

【0047】図2は、第2の実施形態に係る流体動圧軸受装置1'を示している。この実施形態の流体軸受装置1'が上述した第1の実施形態と異なる点は、シール部材5'の内周面とこれに対向する軸部材4'の外周面との間に形成されるシール空間S2を、ハウジング2の一端側(外部方向)に漸次拡大するテバ形状にした点にある。この実施形態では、テバ形状のシール空間S2を形成するために、シール部材5'の内周面を一端側に向かって漸次拡径する形状のテバ面5a'とし、かつ、テバ面5a'と対向する軸部材4'の外周面に、一端側に向かって漸次縮径する形状のテバ面4a1'を設けている。尚、テバ面5a'とテバ面4a1'のうち一方は円筒面とすることもできる。

【0048】図2の鎖線円内に拡大して示すように、シール空間S2内に潤滑油Lの油面があることにより、シール空間S2内の潤滑油Lが、毛細管力によってシール

空間S 2が狭くなる方向（他端側：ハウジング2の内部方向）に向けて引き込まれる。そのため、ハウジング2の内部から外部への潤滑油Lの漏れ出しが効果的に防止される。さらに、軸部材4'の外周面にテーパ面4 a 1'を設けていることにより、軸部材4'の回転時、シール空間S 2内の潤滑油Lが遠心力を受けて、テーパ面4 a 1'に沿ってシール空間S 2が狭くなる方向（ハウジング2の内部方向）に向けて引き込まれる。従って、上記の毛細管力による引き込み作用に加え、遠心力による引き込み作用もあるので、上述した第1の実施形態の流体軸受装置1'に比べて、潤滑油Lの漏れ出し防止効果が一層高くなる。

【0049】図3は、第3の実施形態に係る流体動圧軸受装置1を示している。この流体軸受装置1は、例えば図7に示すような情報機器用スピンドルモータに組み込まれるもので、一端側（図3で上側）に開口部2 a、他端側（図3で下側）に底部2 cを有する有底円筒状のハウジング2と、ハウジング2の内周面に固定された円筒状の軸受部材3と、軸部材4と、ハウジング2の開口部2 aに固定されたシール部材5とを主要な部材として構成される。後述するように、軸受部材3の内周面3 aと軸部材4の外周面4 aとの間に第1ラジアル軸受部R 1と第2動圧軸受部R 2とが軸方向に離隔して設けられる。また、ハウジング2の底部2 cと軸部材4の下側端面4 bとの間にスラスト軸受部Tが設けられる。

【0050】ハウジング2は、例えば真ちゅう等の軟質金属材で形成され、円筒状の側部2 bと底部2 cとを備えている。底部2 cの内底面の、スラスト軸受面となる領域には、例えば樹脂製のスラストプレート6が配置されている。この実施形態において、ハウジング2は、側部2 bと底部2 cとが一体構造になっているが、側部2 bと底部2 cとを別体構造とし、底部2 cとなる金属製の蓋状部材を側部2 bの他端側開口部に加締め、接着等の手段で固定・封止しても良い。この場合、スラストプレート6は上記蓋状部材の上面に配置する。

【0051】軸部材4は、例えば、ステンレス鋼（SUS420J2）等の金属材で形成され、その下側端面4 bは凸球状に形成される。また、軸部材4の外周面4 aには突出部としての円板状のワッシャ7が圧入、接着等の適宜の手段で固定される。

【0052】軸受部材3は、例えば焼結金属からなる多孔質体、特に銅を主成分とする焼結金属の多孔質体で形成される。また、軸受部材3の内周面3 aには、ラジアル軸受面（第1ラジアル軸受部R 1と第2ラジアル軸受部R 2のラジアル軸受面）となる上下2つの領域が軸方向に離隔して設けられている。これら領域には、それぞれ動圧溝、例えばヘリングボーン形状の動圧溝3 a 1、3 a 2が形成される。

【0053】軸部材4の外周面4 aは軸受部材3の内周面3 aに挿入され、軸受部材3の内周面3 aのラジアル

軸受面となる領域（上下2箇所の領域）と、それと、ラジアル軸受隙間を介して対向する。また、軸部材4の下側端面4 bはスラストプレート6の上面と接触する。

【0054】シール部材5は環状のもので、ハウジング2の開口部2 aの内周面に圧入、接着等の手段で固定される。この実施形態において、シール部材5の内周面5 aは円筒状に形成され、シール部材5の下側端面5 bは軸受部材3の上側端面3 bと所定の軸方向間隔部Xを隔てて対向する。

【0055】軸部材4に設けられたワッシャ7は軸方向間隔部X内に配置され、軸部材4の下側端面4 bがスラストプレート6の上面と接触した状態において、ワッシャ7の上側端面7 aとシール部材5の下側端面5 bとの間に軸方向隙間X 1が設けられ、ワッシャ7の下側端面7 bと軸受部材3の上側端面3 bとの間に軸方向隙間X 2が設けられる。軸方向隙間X 1の大きさは0.05mm～0.5mm、好ましくは0.05mm～0.3mmである。軸方向隙間X 2は、軸部材4の回転時に、ワッシャ7の下側端面7 bが軸受部材3の上側端面3 bと接触しないような大きさに設定すれば良いが、各部品の寸法公差や組立誤差などを考量して0.05mm以上とするのが好ましい。この軸方向隙間X 2の大きさは、軸方向隙間X 1と同じにしても良いし、軸方向隙間X 1よりも大きく又は小さくしても良い。

【0056】シール部材5の内周面5 aは軸部材4の外周面4 aと所定の隙間を介して対向し、これにより、両者の間に円筒形状のシール空間S 1が形成される。シール部材5で密封されたハウジング2の内部空間は、軸受部材3の内部気孔（多孔質組織の気孔）を含め、空気を介在させることなく潤滑油で充満され、その潤滑油の油面はシール空間S 1内にある。シール空間S 1の容積は、ハウジング2の内部空間に充満された潤滑油の、使用温度範囲内の温度変化に伴う容積変化量よりも大きくなるように設定される。これにより、温度変化に伴う潤滑油の容積変化があった場合でも、潤滑油の油面を、常に、シール空間S 1内に維持することができる。

【0057】ハウジング2の内部空間へは、例えば第1の実施形態と同様の態様で潤滑油が注油され、大気圧から100Torrの減圧環境下におけるハウジング内部空間に残存する空気の膨張・収縮によつても、モータの姿勢にかかわらず、ハウジング2の内部から潤滑油の漏れがない構成になっている。

【0058】この実施形態において、軸部材4が外力や重力を受けて、ハウジング2に対して一端側に軸方向相対移動すると、軸部材4に設けられたワッシャ7がシール部材5と接触して、軸部材4のそれ以上の軸方向相対移動を規制する。これにより、軸部材4が常にハウジング2内に保持され、ハウジング2からの抜けが防止される。

【0059】さらに、ワッシャ7とシール部材5との間

の軸方向隙間X1が0.05mm～0.5mmの範囲内に設定されているので、定常運転時（軸部材4の下側端面4bがスラストプレート6に接触支持された状態で回転している時）において、ワッシャ7とシール部材5との接触がなく、安定した運転状態が得られる。また、軸部材4が軸方向隙間X1の範囲内で軸方向相対移動した場合でも、ハウジング2の内部に空気が流入したり、あるいは、ハウジング2の内部に充満された潤滑油がシール空間S1から押し出されて外部に漏れる現象も起こらない。

【0060】その他の事項は第1の実施形態に準じるので、重複する説明を省略する。

【0061】図4は、第4の実施形態に係る流体軸受装置1'を示している。この実施形態の流体軸受装置1'が上述した第3の実施形態と異なる点は、シール部材5'の内周面とこれに對向する軸部材4'の外周面との間に形成されるシール空間S2を、ハウジング2の一端側（外部方向）に漸次拡大するテーパ形状にした点にある。この実施形態では、テーパ形状のシール空間S2を形成するために、シール部材5'の内周面を一端側に向かって漸次拡径する形状のテーパ面5a'とし、かつ、テーパ面5a'と對向する軸部材4'の外周面に、一端側に向かって漸次縮径する形状のテーパ面4a1'を設けている。尚、テーパ面5a'とテーパ面4a1'のうち一方は円筒面とすることもできる。

【0062】図4の鎖線円内に拡大して示すように、シール空間S2内に潤滑油Lの油面があることにより、シール空間S2内の潤滑油しが、毛細管力によってシール空間S2が狭くなる方向（他端側：ハウジング2の内部方向）に向けて引き込まれる。そのため、ハウジング2の内部から外部への潤滑油Lの漏れ出しが効果的に防止される。さらに、軸部材4'の外周面にテーパ面4a1'を設けていることにより、軸部材4'の回転時、シール空間S2内の潤滑油しが遠心力を受けて、テーパ面4a1'に沿ってシール空間S2が狭くなる方向（ハウジング2の内部方向）に向けて引き込まれる。従って、上記の毛細管力による引き込み作用に加え、遠心力による引き込み作用もあるので、上述した第3の実施形態の流体軸受装置1'に比べて、潤滑油Lの漏れ出し防止効果が一層高くなる。

【0063】以上に説明した実施形態では、ラジアル軸受面（第1ラジアル軸受部R1と第2ラジアル軸受部R2のラジアル軸受面）となる軸受部材3の内周面3aに動圧発生手段としてヘリングボーン形状の動圧溝3a1、3a2を形成したが、ヘリングボーン形状に代えて、スパイラル形状の動圧溝を形成しても良い。あるいは、図8に示すように、ラジアル軸受面となる軸受部材3の内周面3aに動圧発生手段として複数の軸方向溝形状の動圧溝3a3を形成しても良い（いわゆる「ステップ軸受」）。

【0064】あるいは、図9～図11に示すように、動圧発生手段として、ラジアル軸受面（第1ラジアル軸受部R1と第2ラジアル軸受部R2のラジアル軸受面）となる軸受部材3の内周面3aを非円形、例えば複数の円弧で構成しても良い（いわゆる「円弧軸受」）。図9に示す例は、軸受部材3の内周面3aを2つの円弧面（3a4、3a5）で構成したものである。円弧面3a4の曲率中心O1と円弧面3a5の曲率中心O2は、それぞれ、軸部材4の外周面4a（真円形状）から等距離オフセットされている。図10に示す例は、軸受部材3の内周面3aを3つの円弧面（3a6、3a7、3a8）で構成したものである。円弧面3a6の曲率中心O3、円弧面3a7の曲率中心O4、円弧面3a8の曲率中心O5は、それぞれ、軸部材4の外周面4a（真円形状）から等距離オフセットされている。図11に示す例は、軸受部材3の内周面3aを4つの円弧面（3a9、3a10、3a11、3a12）で構成したものである。円弧面3a9の曲率中心O6、円弧面3a10の曲率中心O7、円弧面3a11の曲率中心O8、円弧面3a12の曲率中心O9は、それぞれ、軸部材4の外周面4a（真円形状）から等距離オフセットされている。

【0065】尚、以上の動圧発生手段は軸部材4の外周面4aに設けても良い。

【0066】あるいは、図12に示すように、第1ラジアル軸受部R1（第2ラジアル軸受部R2）は動圧発生手段を備えていない「真円軸受」としても良い。

【0067】図13に示す実施形態は、スラスト軸受部Tと、シール部材5の内周面5aと軸部材4の外周面4aとの間のシール空間S1とを、円周方向の一箇所もしくは複数箇所（図示例では二箇所）に配した連通溝10で連通させたものである。

【0068】この連通溝10は、第一および第二の半径方向溝10a、10cと軸方向溝10bとからなり、軸方向溝10bの両端に両半径方向溝10a、10cを接続した構造を有する。第一の半径方向溝は10aは、軸受部材3の一方（ハウジング底部2c側）の端面3cとこれに對向するハウジング2の面、具体的にはハウジング底部2cの内側面2c1との間に形成される。また、第二の半径方向溝10cは、軸受部材3の他方（ハウジング開口部2a側）の端面3bと、これに對向するシール部材5の面、具体的にはシール部材5の内側面5bとの間に形成される。軸方向溝10bは、軸受部材3の外周面とハウジング2の側部2bの内周面との間に形成される。

【0069】図13に示す実施形態では、第一および第二の半径方向溝10a、10cは何れも軸受部材3の両端面3c、3bに形成され、軸方向溝10bは軸受部材3の外周面に形成されている。軸部材4の回転時、例えばスラスト軸受部Tの空間（軸部材4の軸端部周辺の空間）において潤滑油の圧力が高まると、連通溝10を通

じて、スラスト軸受部Tの周辺からシール空間S 1に向かう潤滑油の流動が生じ、これにより、スラスト軸受部Tの周辺とシール空間S 1の周辺における潤滑油の圧力が等圧に保たれる。そのため、潤滑油に局部的な負圧が生じることに伴う気泡の生成、これに起因する潤滑流体の漏れや振動の発生等が防止される。また、スラスト軸受部Tの周辺において潤滑油の圧力が高まることによる、軸部材4の浮き上がりも防止される。上記とは逆にシール空間S 1の圧力が高まった場合も場合も同様に、連通溝10によってスラスト軸受部Tの周辺とシール空間S 1とが等圧に保たれ、気泡の生成による潤滑油の漏れ等や軸部材4がハウジング底部2cに押し付けられることによるスラストプレート6の異常摩耗といった弊害も回避することができる。

【0070】図14は、連通路10'を、軸受部材3と対向する部材（ハウジング2およびシール部材5）に形成した実施形態である。すなわち、第一半径方向溝10a'はハウジング底部2cの内側面2c1に、第二半径方向溝10c'はシール部材5の内側面5b'に、軸方向溝10b'はハウジング側部2bの内周面に形成されている。この連通溝10'によっても図13に示す実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0071】なお、図13では円筒状のシール空間S 1を表し、図14ではテーパ状のシール空間S 2を表しているが、シール空間の形状は特に限定されるものではなく、これらとは逆に図13の実施形態でテーパ状のシール空間S 2を、図14の実施形態で円筒状のシール空間S 1を使用することもできる。

【0072】

#### 減圧環境下での潤滑油漏れ有無の確認

|      | 真空槽の<br>真空度<br>Torr | 残存空気※<br>v o 1 % | 軸受装置姿勢 |     |    | 評価 |
|------|---------------------|------------------|--------|-----|----|----|
|      |                     |                  | 正置     | 横向き | 倒立 |    |
| 実施例1 | 0. 1                | 0. 01            | なし     | なし  | なし | ○  |
| 実施例2 | 0. 4                | 0. 05            | なし     | なし  | なし | ○  |
| 比較例1 | 1. 0                | 1. 32            | あり     | あり  | あり | ×  |
| 比較例2 | 150. 0              | 19. 74           | なし     | あり  | あり | ×  |
| 比較例3 | 300. 0              | 39. 47           | なし     | あり  | あり | ×  |

※ハウジング内部空間の体積に対する残存空気量を真空度から推定した値

【0075】

【表2】

【実施例】図1に示す形態の流体軸受装置1に上述した態様（真空含浸）で潤滑油を注油し、その際の真空槽内の真空度を変えることで、大気圧解放後にハウジング2の内部空間に残る空気の量を異なせた5種類の試験軸受装置（実施例1～2、比較例1～3）を作製した。真空含浸後のハウジング内部空間の残存空気量を測定することは困難であるが、例えば真空槽内を380Torr（大気圧の1/2）まで減圧すれば、大気圧解放後のハウジング内部には内部空間容積の50v o 1%の空気が残存すると推定できるため、この方法にて残存空気量を推定した。

【0073】上記の各試験軸受装置を用い、減圧環境下に放置した際の潤滑油漏れ有無の確認（減圧試験）、及び各試験軸受装置を実機モータに組み込み、大気圧下で運転姿勢を変えてON-OFF運転をした際の潤滑油漏れ有無の確認を行った（実機試験）。試験結果を表1（減圧試験）、表2（実機試験）に示す。尚、試験条件は下記のとおりである。

#### 【減圧試験】

真空度：100Torr

#### 【実機試験】

使用モータ：CD-ROM実機モータ

回転速度：8000rpm

雰囲気温度：60°C

モータ姿勢：正置、横向き、倒立

運転条件：ON-OFF（1サイクル30秒）

試験時間：30万サイクル

#### 【0074】

#### 【表1】

#### 減圧環境下での潤滑油漏れ有無の確認

実機モータのON-OFF運動時での潤滑油漏れ有無の確認

|      | 真空槽の<br>真空度<br>Torr | 残存空気量<br>v o 1 % | モータ姿勢 |                   |                   | 評価 |
|------|---------------------|------------------|-------|-------------------|-------------------|----|
|      |                     |                  | 正置    | 横向き               | 倒立                |    |
| 実施例1 | 0. 1                | 0. 01            | なし    | なし                | なし                | ○  |
| 実施例2 | 0. 4                | 0. 05            | なし    | なし                | なし                | ○  |
| 比較例1 | 1. 0                | 1. 32            | なし    | なし                | なし                | ○  |
| 比較例2 | 150. 0              | 19. 74           | なし    | あり<br>10万<br>サイクル | あり<br>10万<br>サイクル | ×  |
| 比較例3 | 300. 0              | 39. 47           | なし    | あり<br>20万<br>サイクル | あり<br>15万<br>サイクル | ×  |

【0076】減圧試験では、真空槽内の真空度によってハウジング内部空間に残存する空気の量は異なるため、真空含浸を行っても減圧下において潤滑油漏れを発生するものがあった（比較例1～3）。

【0077】実機試験では、潤滑油を点滴したもの（比較例2、比較例3）は、横向きと倒立姿勢において5～20万サイクルにて潤滑油漏れが発生した。一方、真空含浸を行ったもの（実施例1、実施例2、比較例1）は、30万サイクル全姿勢において潤滑油漏れは発生しなかった。

【0078】従って、実施例のように100Torrの減圧下においても潤滑油漏れを起こさないような注油を行うことによって、想定されるあらゆる使用姿勢、環境条件においても安定した運転、運搬が可能で、潤滑油漏れのない流体軸受装置を提供することが可能となる。

【0079】また、図3に示す構成において、ワッシャ7とシール部材5との間の軸方向隙間X1を0. 1mm、0. 3mm、0. 5mmに設定した3種類の流体軸受装置1を作製し（実施例3～5）、各流体軸受装置1の軸部材4に実機と同等の負荷となるようなダミーディスク9を装着して（図5）、1000Gの落下衝撃試験を行った後、ハウジング2内部からの潤滑油漏れの有無を確認した。尚、衝撃値1000Gは、ノートパソコン用のHDD装置など、近年の携帯ユース機器等に使用されるスピンドルモータに求められる耐衝撃荷重特性を参考にして設定した。また、図7に示す従来の流体軸受装置について、上記と同じ条件で試験を行った（比較例4）。試験の結果を表3に示す。

## 【0080】

## 【表3】

|              | 実施例3 | 実施例4 | 実施例5 | 比較例4 |
|--------------|------|------|------|------|
| 軸方向隙間X1 (mm) | 0. 1 | 0. 3 | 0. 5 | —    |
| 潤滑油漏れの有無     | 無し   | 無し   | 無し   | 軸抜け  |

【0081】表3に示す試験結果より、1000Gの衝撃荷重を加えた場合、比較例4では軸部材がハウジングから抜けてしまったが（軸抜け）、実施例3～5では軸抜けが起らず、潤滑油漏れも見られなかった。

【0082】また、上記実施例3～5及び比較例4の流体軸受装置をそれぞれ実機モータ（レーザビームプリンタ用ポリゴンスキャナモータ）に組み込み、下記の条件にて運転した後、ハウジング内部からの潤滑油漏れの有無を確認した。試験の結果を表4に示す。

## 【運転条件】

実機モータ：LBP用ポリゴンスキャナモータ

回転速度：30000 rpm

ヒートサイクルパターン：図6参照

試験時間：20サイクル

モータ姿勢：横向き姿勢、倒立姿勢

## 【0083】

## 【表4】

|              | 実施例3 | 実施例4 | 実施例5 | 比較例4 |
|--------------|------|------|------|------|
| 軸方向隙間X1 (mm) | 0. 1 | 0. 3 | 0. 5 | —    |
| 潤滑油漏れの有無     | 無し   | 無し   | 無し   | 有り   |

表4に示す試験結果より、ヒートサイクルをかけて運転

した際、比較例4では潤滑油漏れが見られたが、実施例

3～5では、横向き姿勢、倒立姿勢の何れの姿勢でも潤滑漏れが見られなかった。

【0084】

【発明の効果】本発明は以下に示す効果を奏する。

【0085】(1) 減圧環境下、特に大気圧から100 Torrでの環境下におけるハウジングの内部空間に残存する空気の膨張・収縮によっても、潤滑油が外部に漏れ出さないレベルに、ハウジングの内部空間が潤滑油で充满されているので、高温・低温環境、高地での使用や空輸時といった減圧環境下等、モータの使用・運搬環境として想定されるあらゆる環境条件において、正置姿勢、倒立姿勢、横向き姿勢など、あらゆる任意の姿勢を採った場合でも、ハウジング内部から外部への潤滑油漏れがなく、安定した運転、運搬が可能である。

【0086】(2) ハウジングの内部空間に、空気を介在させない状態で潤滑油を充满することにより、空気の混入に起因する潤滑油漏れやキャビテーションの発生を防止することができる。

【0087】(3) シール部材と接触して、軸部材のハウジングに対する一端側への軸方向相対移動を規制する突出部を軸部材に設けることにより、軸部材が常にハウジング内に保持され、ハウジングからの抜けが防止される。

【0088】(4) 突出部とシール部材との間に0.05mm～0.5mmの軸方向隙間を設けることにより、突出部とシール部材との接触を回避して、安定した運転状態を得ることができると同時に、軸部材が上記軸方向隙間の範囲内で軸方向相対移動した場合でも、ハウジング内部への空気流入や、ハウジング内部からの潤滑油漏れを防止することができる。

【0089】(5) シール部材の内周面とこれに対向する軸部材の外周面との間に、一端側に向かって漸次拡大するテーパ形状のシール空間を設けることにより、シール性を高めて、潤滑油漏れを一層効果的に防止することができる。

【0090】(6) スラスト軸受部とシール空間とを連通させる連通溝を設けることにより、スラスト軸受部とシール空間で潤滑油の圧力差を生じるような場合でも、両者を等圧にすることができる。従って、圧力差の発生に起因した気泡の生成、潤滑油漏れ、軸の浮き上がり、スラストプレートの異常摩耗等の弊害を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る流体動圧軸受装置を示す断面図である。

【図2】本発明の第2の実施形態に係る流体動圧軸受装置を示す断面図である。

【図3】本発明の第3の実施形態に係る流体動圧軸受装置を示す断面図である。

【図4】本発明の第4の実施形態に係る流体動圧軸受装置を示す断面図である。

【図5】試験に用いた流体軸受装置の断面図である。

【図6】ヒートサイクルパターンを示す図である。

【図7】従来の流体軸受装置を組み込んだスピンドルモータの断面図である。

【図8】動圧発生手段として、軸受部材の内周面に複数の軸方向溝形状の動圧溝を形成した例を示す断面図である。

【図9】動圧発生手段として、軸受部材の内周面を複数の円弧で構成した例を示す断面図である。

【図10】動圧発生手段として、軸受部材の内周面を複数の円弧で構成した例を示す断面図である。

【図11】動圧発生手段として、軸受部材の内周面を複数の円弧で構成した例を示す断面図である。

【図12】ラジアル軸受部を、動圧発生手段を備えていない真円軸受とした例を示す断面図である。

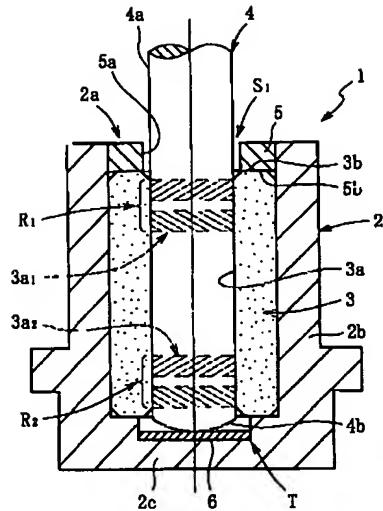
【図13】連通溝を有する流体軸受装置の一実施形態を示す断面図である。

【図14】連通溝を有する流体軸受装置の他の実施形態を示す断面図である。

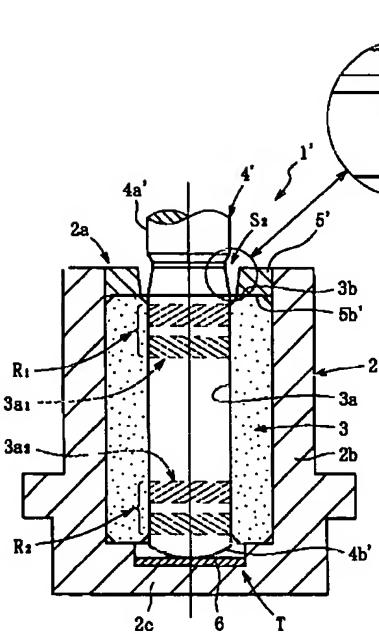
【符号の説明】

|          |           |
|----------|-----------|
| 1、1'     | 流体軸受装置    |
| 2        | ハウジング     |
| 3        | 軸受部材      |
| 4、4'     | 軸部材       |
| 5        | シール部材     |
| 7        | ワッシャ(突出部) |
| 10、10'   | 連通溝       |
| 10a、10a' | 第一半径方向溝   |
| 10b、10b' | 軸方向溝      |
| 10c、10c' | 第二半径方向溝   |
| S1、S2    | シール空間     |
| R1、R2    | ラジアル軸受部   |
| T        | スラスト軸受部   |

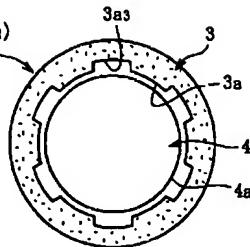
### 【図1】



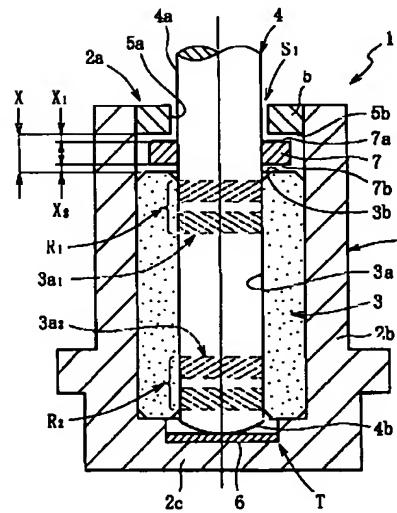
【図2】



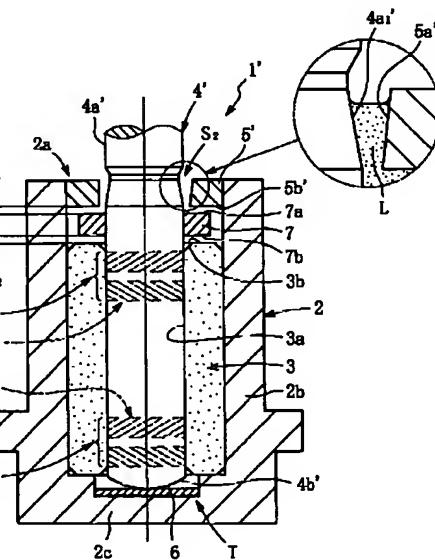
[図8]



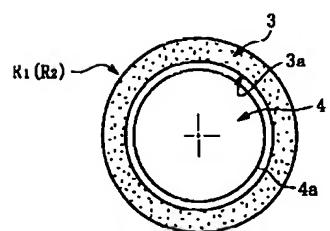
【図3】



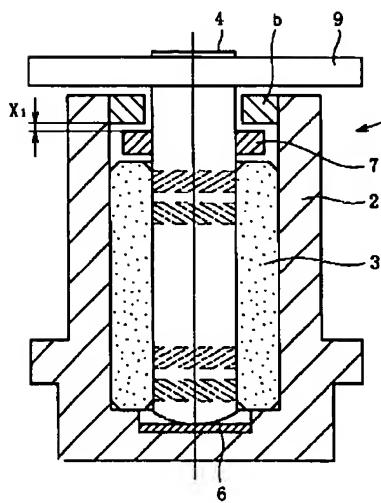
【図4】



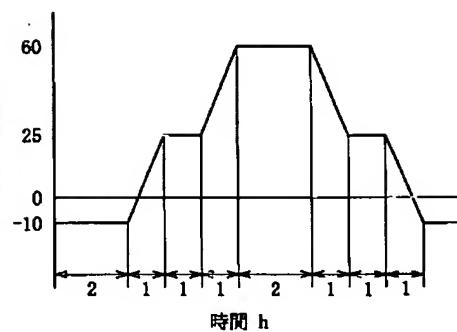
【图12】



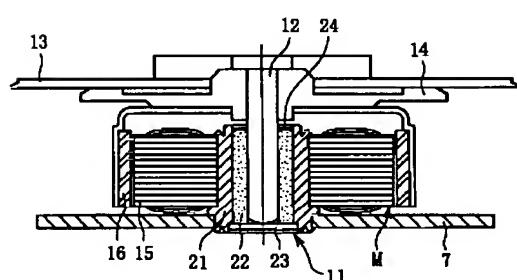
【図5】



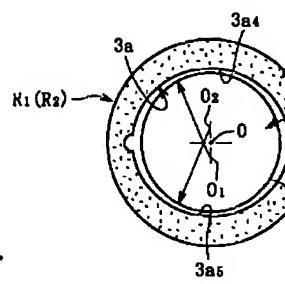
【図6】



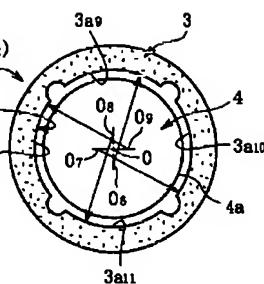
【図7】



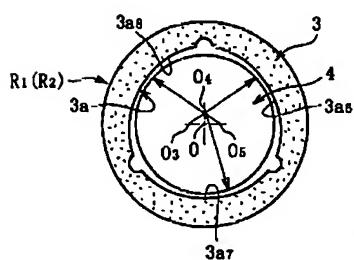
【図9】



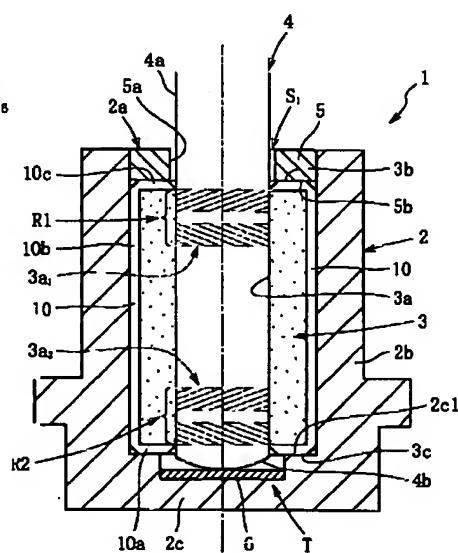
【図11】



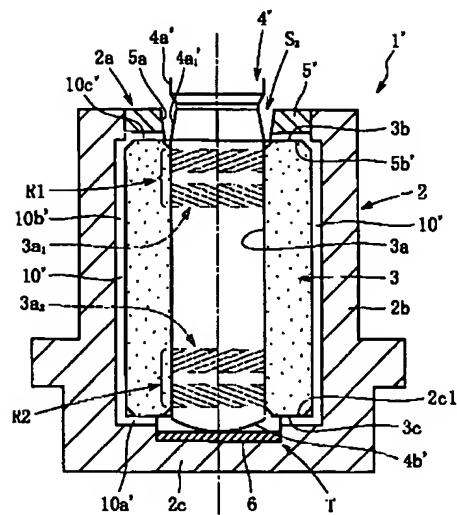
【図10】



【図13】



【図14】



---

フロントページの続き

F ターム(参考) 3J011 AA07 BA04 BA10 CA01 CA02  
JA02 KA02 KA03 LA01 MA05  
SB01 SB19 SC01